

## Modular rod lens assembly and method of making the same

Patent Number: ☐ US4148551  
Publication date: 1979-04-10  
Inventor(s): MACANALLY RICHARD B  
Applicant(s): AMERICAN HOSPITAL SUPPLY CORP  
Requested Patent: ☐ DE2814236  
Application Number: US19770795405 19770509  
Priority Number(s): US19770795405 19770509  
IPC Classification: G02B23/16  
EC Classification: G02B23/24B3, A61B1/002  
Equivalents: ☐ BE866801, CA1098746, ☐ FR2390148, ☐ GB1587790, ☐ JP53138755,  
☐ NL7804428

---

### Abstract

---

A rod lens assembly having a flexible outer tube and a plurality of lens modules disposed in end-to-end relation therein. Each module comprises a rod lens secured within a protective cylindrical sleeve which extends axially beyond the end faces of the lens and which is provided near its ends with a pair of outwardly-projecting annular ribs. The ribs engage the inner surface of the flexible tube to support the modules in axial alignment with each other and to permit limited flexure of the outer tube without the transmission of bending or flexing forces to the modules themselves. The axial-projecting end portions of the sleeves serve as integral spacers which provide precise spacing between the opposing end faces of successive lenses when the tube is in its normal unflexed condition and which provide pivot points for the articulation of adjacent modules when the outer tube is flexed.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



⑤

Int. Cl. 2:

**G 02 B 5/14**

⑱ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DE 28 14 236 A 1**

⑪

# **Offenlegungsschrift 28 14 236**

⑫

Aktenzeichen:

P 28 14 236.1

⑬

Anmeldetag:

3. 4. 78

⑭

Offenlegungstag:

16. 11. 78

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

9. 5. 77 V.St.v.Amerika 795405

㉔

Bezeichnung:

Modulstablinsenordnung und Verfahren zu ihrer Herstellung

㉕

Anmelder:

American Hospital Supply Corp., Evanston, Ill. (V.St.A.)

㉖

Vertreter:

Bahr, H., Dipl.-Ing.; Betzler, E., Dipl.-Phys.;  
Herrmann-Trentepohl, W., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte,  
4690 Herne u. 8000 München

㉗

Erfinder:

MacAnally, Richard Bruce, Altadena, Calif. (V.St.A.)

**DE 28 14 236 A 1**

4690 Herne 1,  
Friedrichstraße 111  
Postfach 1140  
Pat.-Anw. Herrmann-Trentepohl  
Fernsprecher: 5 10 13  
5 10 14  
Telegrammanschrift:  
Bahrpatente Herne  
T e l e x 08 229 853

Dipl.-Ing. R. H. Bähr  
Dipl.-Phys. Eduard Betzler  
Dipl.-Ing. W. Herrmann-Trentepohl  
PATENTANWÄLTE

8000 München 40,  
Friedrichstraße 17  
Pat.-Anw. Betzler  
Fernsprecher: 36 30 11  
36 30 12  
36 30 13  
Telegrammanschrift:  
Babatzpat München  
T e l e x 6 215 360

2814236

Bankkonten:  
Bayrische Volksbank München 852 287  
Dresdner Bank AG Herne 7-520 499  
Postscheckkonto Dortmund 558 68-467

Ref.: MO 6267 Sj/Co

In der Antwort bitte angeben

Zuschrift bitte nach:

München

American Hospital Supply Corporation  
1740 Ridge Avenue  
Evanston, Illinois, U. S. A.

Modulstablinsenordnung und Verfahren zu ihrer Herstellung

### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Modul für eine Stablinsenordnung, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß er eine zylindrische Stablinse (23)  
aus Glas aufweist, die mit optischen Endflächen (27,28) ver-  
sehen und in einer schützenden Hülse (24) befestigt ist, daß  
die Hülse (24) Endteile (26) aufweist, die axial über die End-  
flächen (27,28) vorstehen, wobei die Endteile (26) der Hülsen  
(24) bei einer Vielzahl von in longitudinaler Ausfluchtung  
mit ihren gegeneinander anliegenden Endteilen (26) angeordne-  
ten Modulen (22) Abstandseinrichtungen bilden, welche die  
optischen Endflächen (27,28) von benachbarten Stablinsen (23)  
in präzisiertem Abstand halten, und daß die Hülse (24) eine ring-  
förmige Trageinrichtung (30) aufweist, die radial nach außen

- 2 -

809846/0621

vorsteht und den Modul (22) innerhalb (21) einer flexiblen Fassung (12) haltet.

2. Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (24) ein Mittelteil (25) aufweist, das zwischen den Endteilen (26) und in axialer Ausfluchtung mit ihnen angeordnet ist.
3. Modul nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trageinrichtung (30) ein Paar von schmalen ringförmigen Rippen (30) aufweist, die zwischen dem Mittelteil (25) und den Endteilen (26) angeordnet sind und die einen wesentlich größeren Außendurchmesser als das Mittelteil (25) und die Endteile (26) aufweisen.
4. Modul nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Endteil (26) der Hülse (24) in einer Endfläche (29) endet, die in einer senkrecht zur Achse der Stablinse (23) stehenden Ebene verläuft.
5. Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zylindrische Stablinse (23) eine Vielzahl von in axialer Ausfluchtung angeordneten Linsenelementen (23a, 23b) aufweist.
6. Modul nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Linsenelemente (23a, 23b) mit Klebemittel (38) aneinander befestigt sind.
7. Modul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Paar von Rippen (30) in gleichmäßigem Abstand vom Mittelpunkt des Stablinzenmoduls (22) in Längsrichtung angeordnet ist und voneinander einen Abstand von ungefähr

$$c = \frac{L}{\sqrt{2}}$$

aufweist, wobei  $c$  der Abstand zwischen den Rippen (30) und  $L$  die Gesamtlänge der Hülse (24) sind.

8. Modulstablinsenanordnung, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein geradliniges halbfestes Rohr (12), das für eine begrenzte Biegung ausgelegt ist, und eine Serie von Stablinsenmodulen (22) aufweist, die in einer Ende-an-Ende-Beziehung in dem Rohr (12) angeordnet sind, daß jeder Stablinsenmodul (22) eine Stablinse (23) mit einem Paar von gegenüberliegenden Endflächen (27,28) und eine Hülsenanordnung (24) mit einem Paar von rohrförmigen Endteilen (26) aufweist, die am Ende über die Endflächen (27,28) der Stablinse (23) vorstehen, daß die Hülsenanordnung (24) ständig an den Stablinsen (23) befestigt ist und schmale ringförmige Rippen (30) aufweist, die in der Nähe der einander gegenüberliegenden Enden (26,29) jedes Stablinsenmoduls (22) radial nach außen vorstehen und in tragendem Eingriff mit der Innenoberfläche des Rohres (12) angeordnet sind, um die Stablinsenmodule (22) innerhalb des Rohres (21,12) zu halten.
9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülsenanordnung (24) eine feste, im allgemeinen zylindrische Hülse (24) aufweist, die sich um die Stablinsen (23) erstreckt und an ihnen befestigt ist, daß jede feste Hülse (24) ein zwischen Endteilen (26) angeordnetes Mittelteil (25) aufweist und daß die Rippen (30) zwischen dem Mittelteil (25) und den Endteilen (26) angeordnet sind und sich von ihnen radial nach außen erstrecken.
10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (30) jeder Hülse (24) in gleichmäßigem Abstand von dem Mittelpunkt der Hülse (24) in Längsrichtung angeordnet sind und voneinander ungefähr einen Abstand von

$$c = 2 \sqrt{h^2 + \frac{L^2}{8} - 2hd}$$

aufweisen, wobei c den Abstand zwischen den Rippen (30), h die Gesamthöhe jeder Rippe (30), L die Gesamtlänge der Hülse (24) und D den Innendurchmesser des Rohres (12) bedeuten.

11. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (30) jeder Hülse (24) in gleichmäßigem Abstand vom Mittelpunkt der Hülse (24) in Längsrichtung angeordnet sind und voneinander einen Abstand von ungefähr

$$c = \frac{L}{\sqrt{2}}$$

aufweisen, wobei c den Abstand zwischen den Rippen (30) und L die Gesamtlänge der Hülse (24) bedeuten.

12. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (30) integral mit dem Mittelteil (25) und den Endteilen (26) ausgebildet sind.
13. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Stablinse (23) von mindestens einem der Stablinseenmodule (22) eine Vielzahl von in axialer Ausfluchtung angeordneten Linsenelementen (23a, 23b) aufweist.
14. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß jedes rohrförmige Endteil (26) in einer ringförmigen Kontaktfläche (29) endet, die in einer senkrecht zur Achse des Stablinseenmoduls (22) stehenden Ebene verläuft, und daß die Kontaktflächen (29) von benachbarten Stablinseenmodulen (22) der Serie in gegenseitigem Eingriff miteinander stehen.
15. Anordnung nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch eine Einrichtung, welche die Kontaktflächen (29) von benachbarten Stablinseenmodulen (22) der Serie in gegenseitigen Eingriff drückt.

16. Anordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die rohrförmigen Endteile (26) von benachbarten Stablinsenmodulen (22) mit Bändern aus herumgewickelter, dehnbarer und elastischer Kunststoffolie verbunden sind.
17. Modulstablinsenanordnung, dadurch gekennzeichnet, daß ein geradliniges halbfestes und für begrenzte Biegung ausgelegtes Rohr (12) und eine Serie von Stablinsenmodulen (22) vorgesehen ist, welche in einer Ende-an-Ende-Beziehung innerhalb des Rohres (12) angeordnet sind, daß jeder Stablinsenmodul (22) eine feste und im allgemeinen zylindrische Hülse (24) mit einem Mittelteil (25) und einem Paar von Endteilen (26) und eine Stablinse (23) aufweist, die ein Paar von einander gegenüberliegenden Endflächen (27,28) besitzt und innerhalb des Mittelteiles (25) der Hülse (24) angeordnet ist, daß die Endteile (26) am Ende über die einander gegenüberliegenden Endflächen (27,28) der Stablinse (23) vorstehen, daß das Mittelteil (25) und die Endteile (26) der Hülse (24) jedes Stablinsenmoduls (22) wesentlich kleinere Außenabmessungen als die Innenabmessungen des Rohres (12) aufweisen und einen ringförmigen Zwischenraum bilden, und daß ein Paar von schmalen Rippen (30) vorgesehen ist, das sich von jeder Hülse (24) zwischen dem Mittelteil (25) und den Endteilen (26) radial nach außen erstreckt, mit der Innenseite des Rohres (12) in Eingriff steht und die jeweiligen Stablinsenmodule (22) in ausgefluchteter Beziehung innerhalb des Rohres (12) hält, wenn das Rohr sich in seinem geradlinigen Zustand befindet, sowie Tragflächen (30) bildet, um die Stablinsenmodule (22) innerhalb des Rohres (12) zu halten, wenn das Rohr (12) gebogen wird.
18. Anordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Endteile (26) in ringförmigen Kontaktflächen (29) enden, die in zur Längsachse der Hülse (24) senkrecht stehenden Ebenen verlaufen.



19. Anordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (30) integral mit dem Mittelteil (25) und den Endteilen (26) jeder Hülse (24) ausgebildet sind.
20. Anordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Stablinse (23) von zumindest einem Stablinsenmodul (22) eine Vielzahl von in axialer Ausfluchtung angeordneten Linsenelementen (23a, 23b) aufweist.
21. Anordnung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß eine Federanordnung (30) vorgesehen ist, welche einen axialen Druck auf die Stablinsenmodule (22) ausübt, um die Kontaktflächen (29) von benachbarten Stablinsenmodulen (22) in Eingriff miteinander zu halten.
22. Anordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (30) jeder Hülse (24) in gleichmäßigem Abstand vom Mittelpunkt der Hülse (24) in Längsrichtung angeordnet sind und voneinander ungefähr einen Abstand von

$$c = 2 \sqrt{h^2 + \frac{L^2}{8} - 2hD}$$

aufweisen, wobei c den Abstand zwischen den Rippen (30), h die radiale Höhe jeder Rippe (30), L die Gesamtlänge der Hülse (24) und D den Innendurchmesser des Rohres (12) bedeuten.

23. Anordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (30) jeder Hülse (24) in gleichmäßigem Abstand vom Mittelpunkt der Hülse (24) in Längsrichtung angeordnet sind und voneinander ungefähr einen Abstand von

$$c = \frac{L}{\sqrt{2}}$$

aufweisen, wobei c der Abstand zwischen den Rippen (30) und L die Gesamtlänge der Hülse (24) sind.

24. Anordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die rohrförmigen Endteile (26) von benachbarten Stablinsenmodulen (22) mit Bändern aus sich darum erstreckender, dehnbarer und elastischer Kunststoffolie verbunden sind.
25. Verfahren zur Herstellung von Modulstablinsenanordnungen, dadurch gekennzeichnet, daß eine zylindrische Stablinse in das eine Ende einer Hülse, die offene Enden und eine wesentlich größere Länge als die Länge der Stablinse aufweist, eingeführt wird, bis die Stablinse mit einem Anschlag in Eingriff kommt, der zeitweilig in die Hülse eingesetzt und in dem gegenüberliegenden Ende der Hülse präzise positioniert ist, und daß anschließend die Linse innerhalb der Hülse befestigt und der Anschlag herausgezogen wird.
26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigung der Stablinse innerhalb der Hülse mit Klebemittel erfolgt.
27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigung der Stablinse dadurch erfolgt, daß durch die Seitenwand der Hülse Klebemittel injiziert wird, nachdem die Stablinse in die Hülse eingesetzt worden ist.
28. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Paar von Linsenelementen verwendet wird, die nacheinander in die Hülse eingesetzt und in Eingriff miteinander gedrückt werden, daß zur Befestigung der Stablinse flüssiges Klebemittel zwischen die einander gegenüberliegenden Flächen der Linsenelemente gebracht wird, bevor diese zusammengedrückt werden, um die Elemente miteinander zu verbinden und das Klebemittel seitlich in Kontakt mit der Innenoberfläche der Hülse zu quetschen.
29. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hülse mit einem Paar von ringförmigen, nach

außen vorstehenden und im Abstand von den Enden der Hülse angeordneten Rippen verwendet wird, wobei die Rippen glatte Tragflächen für einen Gleiteingriff mit der Innenoberfläche einer länglichen flexiblen Fassung aufweisen, daß die Stablinsenmodule gereinigt werden und anschließend in ihre Position innerhalb der Bohrung einer Stablinsenfassung geschoben werden.

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Verfahrensschritte des Einführens, Befestigens, Herausziehens und Reinigens wiederholt werden, um eine Vielzahl von Stablinsenmodulen auszubilden, und daß die Vielzahl von Stablinsenmodulen nacheinander in die Bohrung der Fassung eingesetzt wird, um ein Stablinsensystem mit Modulen auszubilden, die in einer Ende-an-Ende-Anordnung untergebracht sind.

-----

Eine übliche Stablinsenordnung weist ein flexibles Rohr mit einer kleinen Bohrung und eine Reihe von zylindrischen Stablinsen auf, die von kleinen, diskreten und zwischen den Linsen angeordneten zylindrischen Hülsen, Buchsen oder Abstandshaltern in einer Anordnung in axialen Abständen gehalten sind, wie es beispielsweise in der US-PS 3 257 902 beschrieben ist. Auch wenn die Wandstärke der Abstandshalter auf einem Minimum gehalten und Sorge dafür getragen wird, daß die ringförmigen Enden dieser Abstandshalter nur mit den Außenkanten der Linsen in Berührung kommen, so verringern derartige Abstandshalter dennoch in beträchtlichem Maße die Licht- und Bildübertragungseigenschaften der Linsen, weil sie Teile der Linsenendflächen optisch unwirksam machen. Außerdem kann die Biegung einer derartigen Anordnung im Betrieb dazu führen, daß die Abstandshalter die Ränder und Endflächen der Linsen beschädigen oder verkratzen, was einerseits nicht nur zur Erzeugung von unerwünschten Bruchstücken führt, sondern auch andererseits mögliche Veränderungen bei den kritischen Abständen zwischen den benachbarten Linsen hervorrufen kann.

Ein noch gravierenderes Problem bei der Konstruktion typischer Stablinsenordnungen der oben angegebenen Art resultiert aus der Möglichkeit, daß die Biegung der Anordnung zu einem querverlaufenden Bruch bei einer oder mehreren der Glaslinsen führen kann, so daß das gesamte System unwirksam wird und entweder eine kostspielige und zeitraubende Reparatur oder ein vollständiges Ersetzen der gesamten Anordnung erforderlich macht. Die Schwere dieses Problems wird durch den Umstand verstärkt, daß ein mit einer derartigen Stablinsenordnung versehenes Endoskop üblicherweise zusammen mit Arbeitsmitteln, Ablenkbrücken, Greifzangen oder Pinzetten, Lithotriten und anderen relativ schweren chirurgischen und urologischen Instrumenten verwendet wird, die dann, wenn sie mit dem die Linsen enthaltenden Rohr eines derartigen Endoskops zufällig in kraftvollen Eingriff kommen, leicht eine Biegung des Rohres und den Bruch von einer oder mehreren Linsen herbeiführen können.

Die Verwendung von Abstandshaltern zur Einstellung des Abstandes  
zwischen den aufeinanderfolgenden Stablinsen einer Serie während

des Zusammenbaus hat den weiteren Nachteil, daß bereits eine kleine Veränderung der optimalen Länge jeder Hülse oder Buchse zu einer Toleranzanhäufung führen kann, welche die optischen Eigenschaften des fertigen Produktes erheblich beeinträchtigen und verschlechtern kann. Andererseits wären die nahezu mikroskopischen Einstellungen bei der axialen Positionierung der Linsen, die zur Erreichung der besten optischen Eigenschaften für die Linsenanordnung als Ganze erforderlich wären, extrem schwierig, wenn nicht sogar unmöglich in einem System zu erreichen, bei dem die Hülsen oder Buchsen eingesetzt werden müssen, um den Abstand zwischen den aufeinanderfolgenden Linsen der Serie einzustellen.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Modulstablinsenanordnung sowie auf ein Verfahren zu ihrer Herstellung, mit denen sich die oben angeführten Nachteile und weitere Unzulänglichkeiten der bekannten Anordnungen überwinden lassen. Die neuartige Modulanordnung weist eine außergewöhnliche Dauerhaftigkeit und Beständigkeit auf, kann eine beträchtliche Biegung des Außenrohres ohne Bruch oder Beschädigung der darin enthaltenen Glaslinsen aushalten, erreicht einen extrem hohen Grad an Genauigkeit hinsichtlich der Abstände der Endflächen von benachbarten Linsen, gewährleistet die Aufrechterhaltung derartiger kritischer Abstände trotz wiederholter Biegung des Außenrohres und beseitigt das Erfordernis sowie die unerwünschten Effekte von diskreten Abstandshaltern, wie sie bei den bekannten Anordnungen üblich waren. Die Erfindung erleichtert ferner die Herstellung eines optisch hochwertigen Produktes, indem sie ein sorgfältiges Reinigen und/oder optisches Testen der Linsen nach der Herstellung der Module und vor dem endgültigen Zusammenbau ermöglicht. Auch im letzten Stadium des Zusammenbaus, wenn die Linsenmodule in ihre richtigen Stellungen innerhalb des Außenrohres bzw. der Fassung gebracht werden, beseitigt der Kontakt zwischen derartigen Modulen und der Bohrung des Rohres tatsächlich jede Möglichkeit, daß mikroskopische Feststoffpartikel zwischen den einander gegenüberliegenden Endflächen von benachbarten Stablinsen eingeschlossen werden.

Zusammengefaßt weist die erfindungsgemäße Modulstablinsenordnung ein Außenrohr oder eine Fassung und eine Vielzahl von Linsenmodulen auf, die in einer Ende-an-Ende-Anordnung darin eingesetzt sind. Jeder Modul weist eine Stablinse, die aus einer Gruppierung von Stablinsenelementen bestehen kann und die an ihren Enden in einem Paar von einander gegenüberliegenden und entgegengesetzt gerichteten Endflächen endet, und eine schützende Hülsenanordnung auf, die sich um die Stablinsen erstreckt und ein Paar von rohrförmigen Endteilen besitzt, die jeweils an den Enden über die Endflächen der Linsen vorstehen. Ringförmige Rippen oder Stege, die in der Nähe der Enden jedes Moduls radial nach außen vorstehen, bilden Tragflächen, welche mit der Innenseite des Außenrohres in Eingriff stehen, um die Linsenmodule in axialer Ausfluchtung zu halten. Derartige Rippen üben ferner die wichtige zusätzliche Funktion aus, daß sie ringförmige Abstände um die Module bilden und definieren, um sie an versetzte Wandteile des Außenrohres anzupassen, wenn das Rohr gebogen oder gekrümmt wird, um auf diese Weise zu verhindern, daß die Biegekräfte direkt auf die jeweiligen aus Glas bestehenden Stablinsen übertragen werden. Wird das Außenrohr gebogen, so findet eine Schwenk- oder Kippbewegung zwischen den rohrförmigen Endteilen der Hülsen von aufeinanderfolgenden Modulen der Serie statt, wobei eine derartige Schwenk- oder Knickbewegung zu einer gelenkigen Bewegung der Module führt, die vor der Übertragung von beeinträchtigenden Kräften auf die zerbrechlichen Glaslinsen schützt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung hat die Hülsenanordnung jedes Moduls die Form eines festen im allgemeinen zylindrischen Gehäuses mit integral ausgebildeten Mittel- und Endteilen. Die Stablinse ist innerhalb des Mittelteiles befestigt, und ein Paar von ringförmigen Rippen, die zwischen den Mittel- und Endteilen angeordnet sind, stehen vom Gehäuse radial nach außen vor und bilden Tragflächen für einen begrenzten Kontakt mit der Innenwandoberfläche des Außenrohres oder der Fassung. Die ringförmigen Rippen oder Stege sind dabei vorzugsweise integral mit dem rohrförmigen Gehäuse ausgebildet.

In einem Endoskop, in das eine derartige Stablinsenanordnung zur Benutzung eingepaßt ist, ist eine Federanordnung vorgesehen, um die Linsenmodule in einem Ende-an-Ende-Kontakt zu halten, und zwar unabhängig davon, ob das Außenrohr gebogen oder gerade ist. Die ringförmigen Rippen der Module stehen verschiebbar mit der Innenseitenoberfläche des Rohres in Eingriff, um eine begrenzte axiale Einstellung der Module relativ zum Rohr zu ermöglichen, da derartige Module sich gegeneinander während des Biegens und Zurückbiegens des Rohres verschwenken.

Die Modulbauweise, bei der die Abstandshalter in wirksamer Weise als integrale Teile jedes Moduls ausgebildet sind, führt zu verbesserten Herstellungsverfahren, die ebenfalls Gegenstand der Erfindung sind. Nach der präzisen Anbringung und Befestigung einer Stablinse, die aus einer Gruppe von Linsen oder Linsenelementen bestehen kann, in ihrer festen schützenden Hülse kann der Modul sorgfältig gereinigt werden, um sämtliche Feststoffteilchen von den freiliegenden Oberflächen, insbesondere den Endflächen der Linsen, zu entfernen, und kann dann in Kombination mit anderen Modulen, die in der fertigen Anordnung ein Relaissystem bilden, optisch getestet werden. Die das Relaissystem bildende Gruppe von Modulen kann gegebenenfalls vorher zusammengebaut werden, beispielsweise durch Umhüllen der aneinander angrenzenden Enden der Module in einer geeigneten schrumpfbaren Kunststoffolie, welche die Schwenkbewegung zwischen den fertigen Modulen in der fertigen Anordnung nicht beeinträchtigt. Nach der sorgfältigen Reinigung der Module und den gegebenenfalls erwünschten Test- und Vorfertigungsschritten werden die Module hintereinander in das Außenrohr oder die Fassung eingesetzt. Während dieses Einsetzens und der Bewegung der Module in ihre Endstellungen werden nur die Rippen der Module mit der Innenoberfläche der Fassung in Berührung gebracht. Da die Rippen im Abstand von den Enden der Hülsen angeordnet sind und die Enden der Hülsen nicht direkt mit der Innenoberfläche der Fassung während eines derartigen Zusammenbau-Arbeitsganges in Berührung stehen, wird die Möglichkeit, daß Feststoffpartikel abgekratzt oder auf andere Weise in den Raum zwischen einander gegenüber-

liegenden Endflächen von benachbarten Linsen der fertigen Anordnung gelangen, beseitigt oder zumindest in erheblichem Maße reduziert.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sollen im folgenden anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert werden. Die Zeichnung zeigt in

- Fig. 1            eine vergrößerte Darstellung im Schnitt eines Teiles eines Endoskops, das mit einer erfindungsgemäßen Modulstablinsenordnung ausgerüstet ist;
  
- Fig. 2            einen stark vergrößerten Querschnitt der erfindungsgemäßen Modulstablinsenordnung;
  
- Fig. 3            einen Längsschnitt eines Linsenmoduls;
  
- Fig. 4            eine schematische Darstellung im Längsschnitt zur Erläuterung der Beziehung der Teile untereinander, wenn das Außenrohr der erfindungsgemäßen Modulstablinsenordnung gebogen wird;
  
- Fig. 5            eine schematische Teilansicht zur Erläuterung einer Folge von Herstellungsschritten;
  
- Fig. 6            eine stark vergrößerte Teilansicht im Längsschnitt zur Verdeutlichung, wie ein Linsenmodul axial in seine Stellung innerhalb eines Außenrohres eingesetzt wird;
  
- Fig. 7            eine Darstellung zur Erläuterung einer abgeänderten Ausführungsform beim Zusammenbau der Modulanordnung; und in



Fig. 8            eine vergrößerte Teilansicht zur Verdeutlichung eines weiteren Verfahrensschrittes bei der modifizierten Ausführungsform nach Fig. 7.

In der Zeichnung zeigt Fig. 1 ein Endoskop 10, das mit einer neuartigen Modulstablinsenordnung 11 versehen ist. Die Modulstablinsenordnung 11 ist mit einem Außenrohr oder einer Fassung 12 versehen, die aus einem flexiblen und halbfesten, d.h. nicht spröden Material, wie z.B. rostfreiem Stahl, besteht. Das proximale Ende des normalerweise geraden Außenrohres 12 ist innerhalb der Bohrung 13 einer Okularanordnung befestigt, die ganz allgemein mit 14 bezeichnet ist. Die Okularanordnung 14 weist ein Gehäuse 15, ein mit dem Gehäuse 15 über eine Schraubverbindung verbundenes Okular 16 sowie eine Okularlinsenfassung 17 auf, die in einer vergrößerten Bohrung 18 des Gehäuses 15 mit einer Schraubverbindung befestigt ist.

Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes erfolgt mit einem lichtübertragenden Glasfaserbündel, das betriebsmäßig an eine nicht dargestellte, geeignete Lichtquelle angeschlossen ist und über ein Anschlußteil 20 in die Okularanordnung 14 eintritt. Auch wenn ein lichtübertragendes Faserbündel für die Wirkungsweise des Endoskops wichtig ist, handelt es sich hier um ein übliches Glasfaserbündel 19, das für die Zwecke der vorliegenden Erfindung nicht von ausschlaggebender Bedeutung ist. Aus diesem Grunde wird bei der Beschreibung der Modulstablinsenordnung 11 der Teil 19a des Glasfaserbündels 19, der sich durch das Außenrohr 12 erstreckt, einfach als Teil des Außenrohres bzw. der Fassung 12 angesehen. Auf diese Weise bildet das Außenrohr 12 einschließlich des Teiles 19a des Glasfaserbündels 19, das mit dem Außenrohr 12 ausgefluchtet ist, eine Längsbohrung 21, die eine Vielzahl von Stablinsenmodulen 22 in einer Ende-an-Ende-Beziehung trägt. Bei der Anordnung nach Fig. 2 ist das Außenrohr 12 auskleidende Glasfaserbündel mondförmig im Querschnitt mit dem Ergebnis, daß die Längsbohrung 21 gegenüber der Längsachse des Außenrohres 12 versetzt ist; gegebenenfalls können die Glasfasern jedoch auch gleichmäßig verteilt angeordnet sein, um eine ringförmige Auskleidung und damit eine koaxial zum Außenrohr 12 verlaufende Längsbohrung 21 zu bilden.

Jeder Stablinsenmodul 22 besitzt eine zylindrische Stablinse 23, die innerhalb einer schützenden rohrförmigen Hülse oder einem Mantel 24 befestigt ist. Ein typischer Stablinsenmodul 22 ist in Fig. 3 wiedergegeben. Die in Fig. 3 dargestellte Stablinse 23 besteht in diesem speziellen Falle aus den Linsenelementen 23a und 23b, die zur Bildung einer zusammengesetzten Stablinse von generell bekannten Bauart zusammengekittet sind. Es darf darauf hingewiesen werden, daß die Verwendung von mehreren Linsenelementen bei der Herstellung einer einzigen Stablinse primär dazu dient, die sphärische und/oder chromatische Aberration zu korrigieren, und daß in geeigneten Fällen die Stablinse auch aus einem einzigen, integral ausgebildeten Stück Glas bestehen kann. Andererseits können Fälle vorkommen, in denen eine Stablinse aus Segmenten besteht, die axial im Abstand voneinander innerhalb einer einzigen Hülse oder einem Mantel 24 angeordnet sind. Die Verwendung des Ausdrucks "Stablinse" umfaßt in der vorliegenden Beschreibung sämtliche derartigen Bauformen.

Bei der wiedergegebenen Ausführungsform weist die Hülse 24 jedes Moduls ein längliches Mittelteil 25 und ein Paar von Endteilen 26 auf. Die Stablinse 23 ist innerhalb des Mittelteiles 25 befestigt, während sich die rohrförmigen Endteile 26 axial über die einander gegenüberliegenden Endflächen 27 und 28 der Stablinse 23 hinaus erstrecken. Jedes Endteil 26 endet in einer ringförmigen Kontaktfläche 29, die längs einer Ebene verläuft, die senkrecht zur Längsachse der Hülse 24 steht. Wenn das Instrument sich in seiner normalen Betriebsstellung befindet, so liegen die Kontaktflächen 29 von benachbarten Stablinsenmodulen 22 gegeneinander an (vgl. Fig. 1), und die rohrförmigen Endteile 26, die auf diese Weise miteinander in Eingriff steht, dienen dazu, die einander gegenüberliegenden Endflächen 27 und 28 der Stablinsen 23 dieser Stablinsenmodule 22 in einem präzisen und vorgegebenen Abstand voneinander zu halten.

Die schützenden Hülsen oder Mäntel 24 können aus Stahl oder jedem anderen Material bestehen, das eine ausreichende Festigkeit, Widerstandsfähigkeit und Abmessungsstabilität aufweist, um die Schutz-

funktion auszuüben und eine präzise Abstandshalterung zwischen den Enden von benachbarten Stablinsen 23 zu gewährleisten. Darüber hinaus muß das Material der Hülsen 24 abriebfest und bruchfest sein; das bedeutet, daß die Anlenkung und Gliederung, die dann stattfindet, wenn die Enden von benachbarten Hülsen 24 schwenkbar miteinander in Eingriff stehen (vgl. Fig. 4), nicht zur Erzeugung von Teilchen führen darf, die zwischen den optischen Endflächen von benachbarten Stablinsen 23 gefangen werden könnten.

- In der Nähe der Enden jedes Stablinsenmoduls 22 ist ein ringförmiger und (radial) nach außen vorstehender Steg oder eine Rippe 30 angeordnet, wie es deutlich in Fig. 3 und 4 wiedergegeben ist. Bei der wiedergegebenen bevorzugten Ausführungsform ist jede Rippe 30 zwischen dem Mittelteil 25 und einem Endteil 26 der rohrförmigen Hülse 25 angeordnet und integral mit der Hülse 24 ausgebildet. Der Außendurchmesser jeder Rippe 30 ist der gleiche wie oder nur wenig kleiner als der Innendurchmesser der Längsbohrung 21 und ist in jedem Falle wesentlich größer als der Außendurchmesser des übrigen Teiles der Hülse bzw. des Mantels 24. Infolgedessen bildet das Paar von im Abstand angeordneten Rippen 30 in der Nähe der Enden jeder Hülse 24 schmale Tragflächen, die mit der Innenoberfläche des Außenrohres 12 in Eingriff bringbar sind und die die Stablinsenmodule 22 im Außenrohr 12 halten.

Fig. 4 zeigt in etwas schematischer Weise die Beziehung der Teile zueinander, wenn das Außenrohr 12 maximal gebogen oder gekrümmt wird, d.h. in dem maximal möglichen Ausmaße, bevor die Biegekräfte auf jeden der Stablinsenmodule 22 übertragen werden. Wenn das normalerweise geradlinige Außenrohr oder die Fassung 12 gebogen wird, findet eine Gelenkbewegung der Stablinsenmodule 22 in der wiedergegebenen Art und Weise statt, wobei eine Schwenk- oder Kippbewegung an irgendeinem Punkt längs der ringförmigen Kontaktflächen 29 von benachbarten Stablinsenmodulen 22 stattfindet. Tritt eine derartige Gelenkbewegung auf, so dienen die Rippen 30 als Trag- oder Lagereinrichtungen, die mit der Längsbohrung 21 des Außenrohres 12 in Eingriff kommen und

die auf das Außenrohr 12 ausgeübten Biegekräfte in solche Kräfte umwandeln, welche ein Herausschwenken der Stablinsenmodule 22 aus der Längsausfluchtung heraus bewirken. Bis zu dem Zeitpunkt, wo die Biegung des Außenrohres 12 die maximale wiedergegebene Biegung erreicht, drücken nur die schmalen Rippen 30 gegen die Innenoberfläche des Außenrohres 12. Wenn die maximale Biegung erreicht ist, tritt zusätzlicher Kontakt an den drei Punkten A, B und C auf. Die Punkte A und B befinden sich an gegenüberliegenden Enden jeder Hülse 24 und sind in Längsrichtung miteinander ausgefluchtet. Der Punkt C liegt diametral den Punkten A und B gegenüber und befindet sich in Längsrichtung in der Mitte der Hülse 24. Es ist einsichtig, daß dann, wenn das Außenrohr 12 einer weiteren Biegung unterworfen wird, die Biegekräfte auf die jeweiligen Stablinsenmodule 22 an den Punkten A, B und C übertragen werden.

Die Bauteile sollten daher so dimensioniert und ausgebildet sein, daß die in Fig. 4 wiedergegebene Biegung bei weitem diejenige Biegung überschreitet, die bei der normalen Handhabung und Verwendung der gesamten Anordnung üblicherweise auftritt. Im Idealfall ist die Zusammensetzung der Bauteile derart, daß in den Fällen, wo das Ausmaß der in Fig. 4 wiedergegebenen Biegung stattfindet, das Außenrohr oder die Fassung 12 bereits die Grenze der unelastischen Biegung überschritten hat und nicht mehr in seinen normalerweise geradlinigen Zustand zurückkehren wird, wenn die Biegekräfte wieder entfallen. Die permanent gekrümmte Konfiguration des Außenrohres 12 wird dann als Anzeige dafür dienen, daß ein Mißbrauch des Instrumentes stattgefunden hat und daß seine optische Anordnung zerstört oder erheblich beeinträchtigt worden sein kann.

Es darf darauf hingewiesen werden, daß dann, wenn das Außenrohr 12 gebogen wird, die an den Enden der Stablinsenmodule 22 auftretende Schwenkbewegung eine leichte axiale Verschiebung der proximal angeordneten Module der Serie hervorruft. Eine derartige axiale Verschiebung wird mit einem federbeaufschlagten Tragteil 32 angepaßt und ausgeglichen, das verschiebbar innerhalb der Bohrung 18 des

Okulars 16 angeordnet ist und das Endteil 26 des ersten, d.h. proximalsten Stablinsenmoduls 22 der Serie aufnimmt. Wird das Außenrohr 12 gebogen, so verschiebt sich das verschiebbare Tragteil 32 geringfügig, um eine Anpassung an die Längsverschiebung der Stablinsenmodule 22 vorzunehmen, die eine derartige Biegung und die damit einhergehende Schwenkbewegung der Stablinsenmodule 22 verursacht; kehrt das Außenrohr 12 in seinen normalerweise geradlinigen Zustand zurück, so bringt die Feder 33 die Stablinsenmodule 22 in ihre Ausgangsstellungen zurück, in denen die Stablinsenmodule 22 in Längsrichtung ausgefluchtet sind und ihre einander gegenüberliegenden Kontaktflächen 29 in innigem Eingriff längs des Umfanges stehen.

Die wiedergegebene und oben beschriebene Konstruktion führt zu verbesserten Herstellungsverfahren, die jegliche Möglichkeit beseitigen oder doch in erheblichem Maße reduzieren, daß Feststoffteilchen zwischen den einander gegenüberliegenden Endflächen von benachbarten Stablinsen eingeschlossen werden oder daß die zusammengebauten Teile verringerte optische Eigenschaften aufweisen könnten. Fig. 5 zeigt schematisch, daß eine präzise Anordnung einer Stablinse 23 innerhalb ihrer Hülse 24 sich ohne weiteres dadurch erreichen läßt, daß man die Hülse 24 zeitweilig auf einer Einspannvorrichtung 31' mit einem Schaft 32' positioniert, der so dimensioniert ist, daß er in einem Ende der Hülse 24 aufgenommen wird. Die axiale Abmessung des Schaftes 32' wird so eingestellt, daß die vollständig eingesetzte Stablinse 23 akkurat innerhalb der Hülse 24 angebracht wird, wobei sich die Endflächen 27 und 28 der Stablinse 23 in präzisen und vorgegebenen Abständen von den einander gegenüberliegenden Kontaktflächen 29 am Ende der Hülse 24 befinden. Im Anschluß daran wird die Stablinse 23 in ihrer Stellung innerhalb der Hülse 24 mit jeder beliebigen, geeigneten Einrichtung befestigt. Beim wiedergegebenen Ausführungsbeispiel ist eine kleine seitliche Öffnung 33' in der Wand der Hülse 24 vorgesehen, um die Düse 34 eines Injektors für Klebemittel aufzunehmen.

Der fertiggestellte Stablinsenmodul 22 wird dann einem Reinigungsvorgang 35 unterworfen, um sämtliche freiliegenden Oberflächen und insbesondere die optischen Endflächen der aus Glas bestehenden Stab-

linsen 23 von Fremdkörpern zu befreien. Die Stablinsenmodule 22 können mit einem Standartultraschall-Reinigungsverfahren oder jedem anderen geeigneten Wasch-, Spül- und Trocknungsverfahren gereinigt werden. Es darf darauf hingewiesen werden, daß eine derartige Reinigung bei Stablinsensystemen besonders wichtig ist, da, im Gegensatz zu Kamerasystemen, die Oberflächen der Stablinsen oft in den oder in der Nähe der Bildebenen liegen. Jedes auf der Endfläche einer Stablinse verbleibende Feststoffmaterial kann somit im Gesichtsfeld auftauchen, wenn die vollständige, fertige Anordnung in Benutzung genommen wird.

Im Anschluß an die sorgfältige Reinigung werden die Stablinsenmodule 22 einfach in ihren richtigen Stellungen innerhalb der Längsbohrung 21 des Außenrohres oder der Fassung 12 eingesetzt, wobei dieser Montagevorgang in Fig. 5 schematisch mit dem Bezugszeichen 36 angedeutet ist. Bei einem weiteren Verfahrensschritt, der gegebenenfalls vor dem endgültigen Montagevorgang 36 durchgeführt werden kann, können die Stablinsenmodule 22, die in einem vorgegebenen Instrument Verwendung finden sollen, in einer Ende-an-Ende-Beziehung im Kanal einer geeigneten, nicht dargestellten Einspannvorrichtung gelagert und optisch getestet werden. Eine derartige Überprüfung kann bei einzelnen Stablinsen 23 oder zweckmäßigerweise bei Gruppen von derartigen Stablinsen 23 vorgenommen werden, die Relaissysteme bilden. Es erscheint auch einsichtig, daß sämtliche Stablinsemodule 22, die in einem einzigen Instrument Verwendung finden sollen, gleichzeitig getestet werden können. Im Anschluß an den Testvorgang 37 können die von ihren optischen Eigenschaften her akzeptablen Stablinsenmodule 22 in vorgefertigter Beziehung oder Anordnung mittels Bändern aus nicht wiedergegebener aufschumpfbarer Folie oder anderen um die aneinanderangrenzenden Endteile von benachbarten Stablinsenmodulen herumgewickelten geeigneten Materialien befestigt werden, und die gesamte Linsenanordnung oder die Gruppe von ein Relaissystem bildenden Stablinsenmodulen kann in geeigneten Containern oder Behältern zur Lagerung und für künftige Benutzung eingeschlossen und versiegelt werden.

Um einen maximalen Schutz für jede Stablinse 23 zu bieten, ist es von Wichtigkeit, daß jede Stablinse 23 innerhalb einer einzigen integralen Hülse oder einem Mantel 24 eingeschlossen ist. In einigen Fällen kann es jedoch wünschenswert sein, eine derartige Hülse 24 etwa in der Mitte zu teilen und auf diese Weise zwei Hülsenabschnitte zu bilden, die gegebenenfalls einen Teil des Mittelteiles einer Stablinse unbedeckt oder freiliegend lassen können. Auch wenn eine derartige Hülsenkonstruktion einen geringeren Schutz gegen Linsenbruch böte, hätte sie sonst die gleiche Wirkungsweise wie die oben beschriebene Hülsenanordnung.

Beim abschließenden Montagevorgang 36, bei dem die Stablinsenmodule 22 in die Längsbohrung 21 des Außenrohres 12 eingesetzt werden, gleiten die Rippen 30 längs der Oberfläche der Längsbohrung 21 in der in Fig. 6 wiedergegebenen Weise. Wie man aus der Zeichnung erkennt, befinden sich die Kanten der Hülse 24 am Ende des Stablinsenmoduls 22 im Abstand von der Oberfläche der Längsbohrung 21; auf diese Weise findet kein Abkratzvorgang statt, der möglicherweise dazu führen könnte, daß Feststoffteilchen in das offene Ende der Hülse 24 eintritt, was die optischen Eigenschaften der Stablinse 23 beeinträchtigen könnte. Da weiterhin die Rippe 30 in erheblichem Abstand von der Kontaktfläche 29 am Ende der Hülse 24 angeordnet ist, würde sich jedes Fremdmaterial, das möglicherweise abgekratzt und/oder durch die Vorschub- oder Wischbewegung der Rippe 30 auf der Oberfläche der Längsbohrung 21 mitgenommen wird, sich in einem Punkt X in beträchtlichen Abstand vom offenen Ende der Hülse 24 sammeln. Aus dem gleichen Grunde ist es nicht wahrscheinlich, daß eine Relativbewegung zwischen der Rippe 30 und der Oberfläche der Längsbohrung 21 während einer Biegung des vollständig zusammengesetzten Instruments Teilchen erzeugt, die dann in den Raum zwischen den einander gegenüberliegenden Endflächen 27 und 28 von benachbarten Stablinsen 23 eindringt.

Die Fig. 7 und 8 zeigen eine abgewandelte Ausführungsform des in Fig. 5 wiedergegebenen Montagevorganges, wobei sich diese abgewandelte Ausführungsform in denjenigen Fällen verwenden läßt, wo eine

Stablinse 23 aus mehr als einem Element besteht. Unter Verwendung der gleichen Art von Einspannvorrichtung 31' der oben beschriebenen Art wird eine Hülse 24 auf einen Schaft 32' aufgesetzt und das erste Element 23b gegen den Schaft 32' positioniert (vgl. Fig. 7). Das nächste Element 23a der Stablinse 23 wird dann in seine Stellung geschoben. Vor dem Einsetzen des zweiten Elementes wird jedoch entweder das einzusetzende Element oder das bereits in die Hülse 24 eingesetzte Element mit einer kleinen Menge von flüssigem Klebemittel, Kitt oder Zement 38 versehen, der auf seine gegenüberliegende Fläche aufgebracht wird. Wenn dann die beiden Elemente zusammengedrückt werden, wird das flüssige Klebemittel nach außen herausgedrückt und übt gleichzeitig die Funktionen aus, daß die beiden Elemente miteinander verbunden werden und die zusammengesetzte Linse innerhalb der Hülse 24 mit Klebemittel befestigt wird. Die Befestigung der Hülse 24 wird deswegen erreicht, weil ein Teil des Klebemittels 38 seitlich herausgedrückt wird, wie es durch die Pfeile 39 in Fig. 8 angedeutet ist, und den Raum zwischen der zylindrischen Oberfläche der zusammengesetzten Stablinse 23 und der Innenoberfläche der Hülse 24 einnimmt.

Bei sämtlichen oben beschriebenen Ausführungsformen sind die fertigen Stablinsenmodule 22 mit schmalen ringförmigen Rippen 30 versehen, die Trageinrichtungen zur Lagerung der Stablinsenmodule 23 innerhalb der biegsamen Fassung 12 aufweisen. Es darf darauf hingewiesen werden, daß die Rippen 30 eine minimale axiale Abmessung aufweisen, so daß die tragende Oberfläche jeder Rippe 30 vorzugsweise nicht mehr als eine ringförmige Linie bildet und daß die schmale tragende Fläche im zusammengebauten Zustand der Teile tatsächlich nur einen Punkt- bzw. Linienkontakt mit der Innenoberfläche der Fassung 12 bildet.

Der Abstand zwischen den paarweise angeordneten Rippen 30 jedes Stablinsenmoduls 22 kann etwa variiert werden, um eine Anpassung an die Bedürfnisse und Erfordernisse der jeweiligen Anordnung vorzunehmen. Wie bereits angedeutet besteht jedoch ein erheblicher Vorteil der neuartigen Anordnung darin, daß die Rippen 30 in optimaler Weise



positioniert werden können, um eine maximal mögliche Biegung des Außenrohres oder der Fassung ohne Bruch der zerbrechlichen Stablin-  
sen 23 zu ermöglichen. Wie man aus Fig. 4 erkennt, ist bei einer  
Hülse 24 mit der Länge L, die konzentrisch innerhalb einer Fassung  
12 mit dem Innendurchmesser D und in einem ringförmigen Abstand  
von ungefähr h von der Fassung 12 angeordnet ist, der minimale Biege-  
radius R der Fassung 12 ungefähr:

$$R = h + \frac{L^2}{16h}$$

Dieser Bedingung entsprechend beträgt ein optimaler Abstand c der  
tragenden Rippen 30, wobei ein derartiger Abstand symmetrisch gegen-  
über dem Mittelpunkt der Hülse 24 in Längsrichtung zu nehmen ist,  
ungefähr:

$$c = 2 \sqrt{h^2 + \frac{L^2}{8}} - 2hD$$

Für fast jede praktische Ausführungsform eines Endoskops reduziert  
sich die zuletzt angegebene Beziehung ungefähr auf die Relation:

$$c = \frac{L}{\sqrt{2}}$$

In einem typischen Falle, wo

L = Länge der Hülse 24 = 1,8542 cm (0,73 inch),

D = Innendurchmesser des Außenrohres 12 = 0,3175 cm (0,125 inch) und

h = Höhe der Rippen 30 und damit ringförmiger Abstand =  $1,016 \cdot 10^{-2}$  cm  
(0,004 inch)

sind, beträgt der optimale Abstand c zwischen den Rippen 30 ungefähr  
1,3 cm (0,512 inch). Wie bereits angedeutet, sollten derartige Rip-  
pen 30 symmetrisch um einen Mittelpunkt der Hülse 24 in Längsrich-  
tung angeordnet sein; das bedeutet, die Rippen 30 sollten in glei-  
chen Abständen von dem Mittelpunkt der Hülse 24 in Längsrichtung  
oder umgekehrt in gleichen Abständen von den Enden der Hülse 24 an-  
geordnet sein. Unter derartigen Umständen sollte eine Fassung 12

in der Lage sein, mit einem gleichmäßigen Radius von ungefähr 21,1582 cm (8,33 inch) gebogen zu werden, bevor die Hülse 24 an den drei Punkten A, B und C Kontakt macht und die Biegekräfte auf diese Weise auf die Hülsen der Stablinsenmodule 22 übertragen werden.

-----

809846/0621

<sup>24</sup>  
Leerseite

2814236

Nummer: 28 14 236  
 Int. Cl. 2: G 02 B 5/14  
 Anmeldetag: 3. April 1978  
 Offenlegungstag: 16. November 1978

FIG. 1

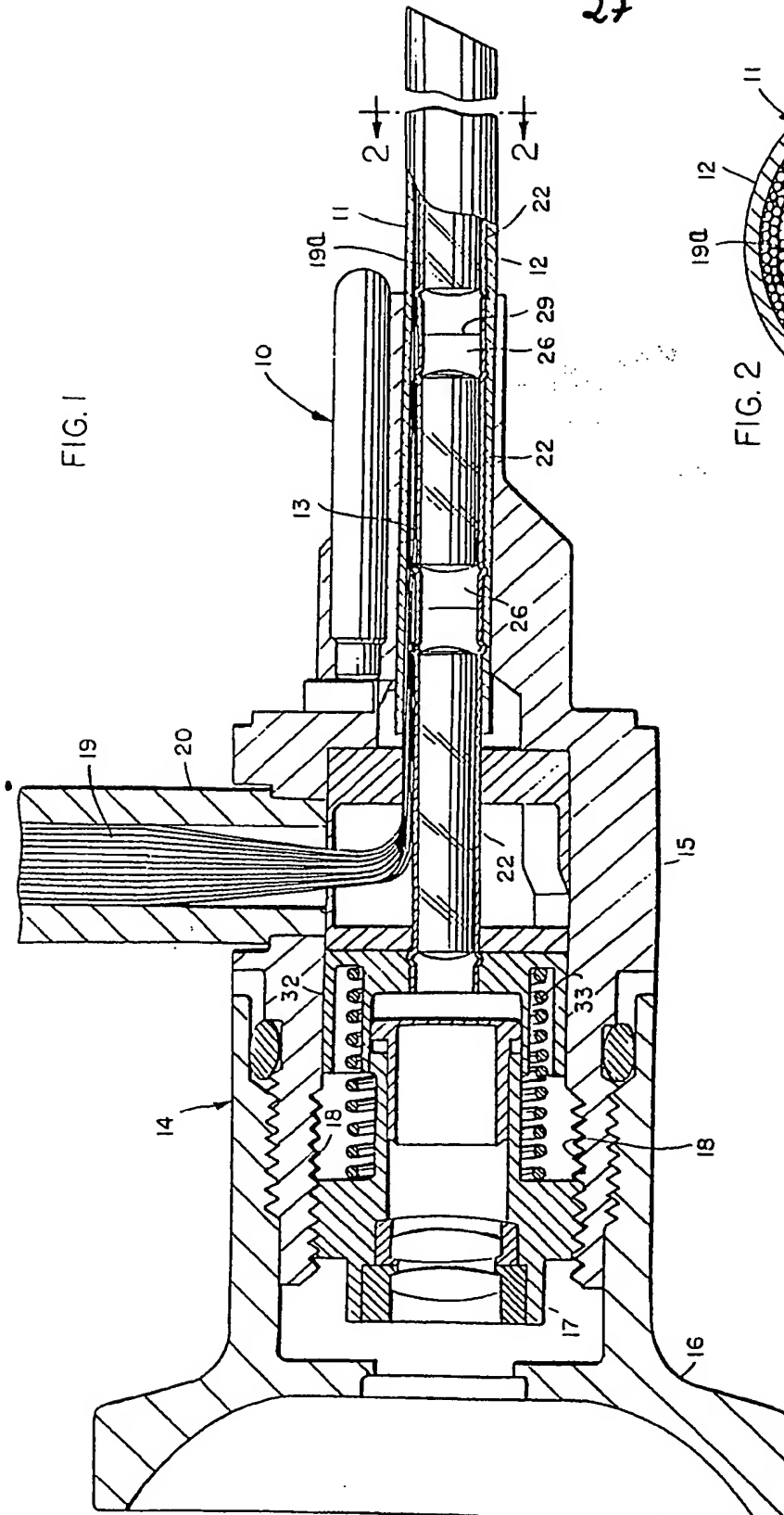


FIG. 2

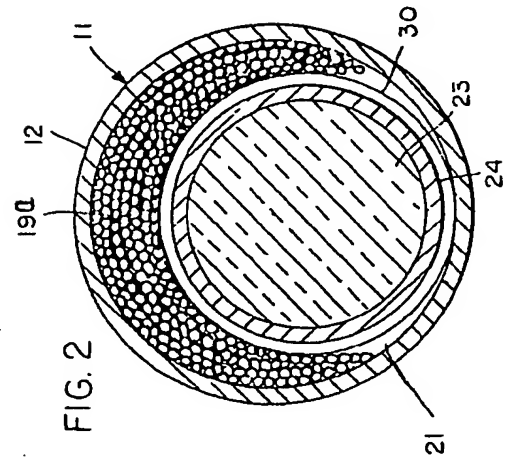
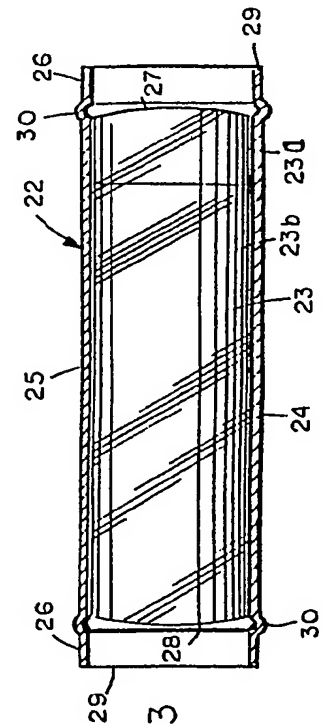


FIG. 3



809846/0621

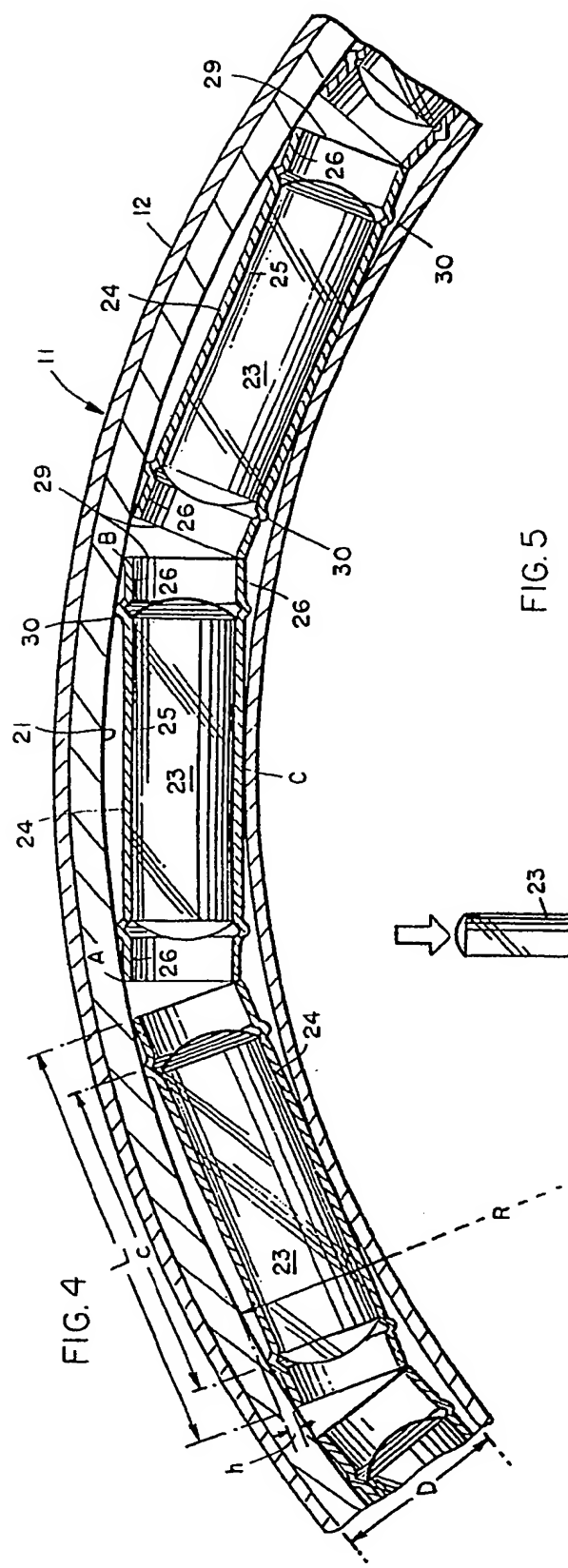


FIG. 4

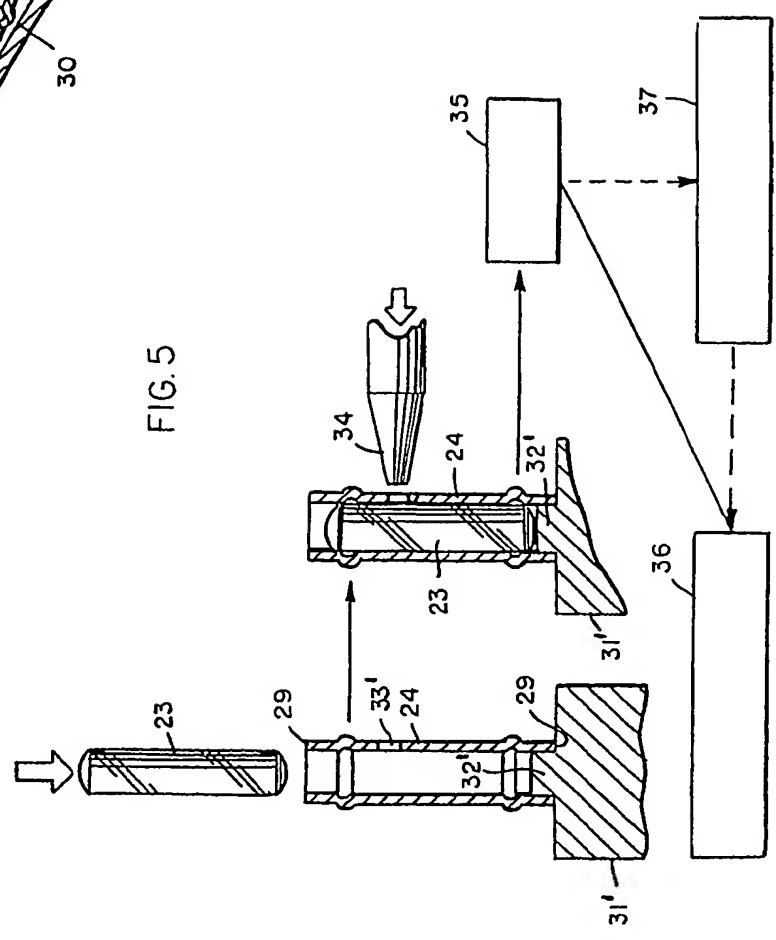
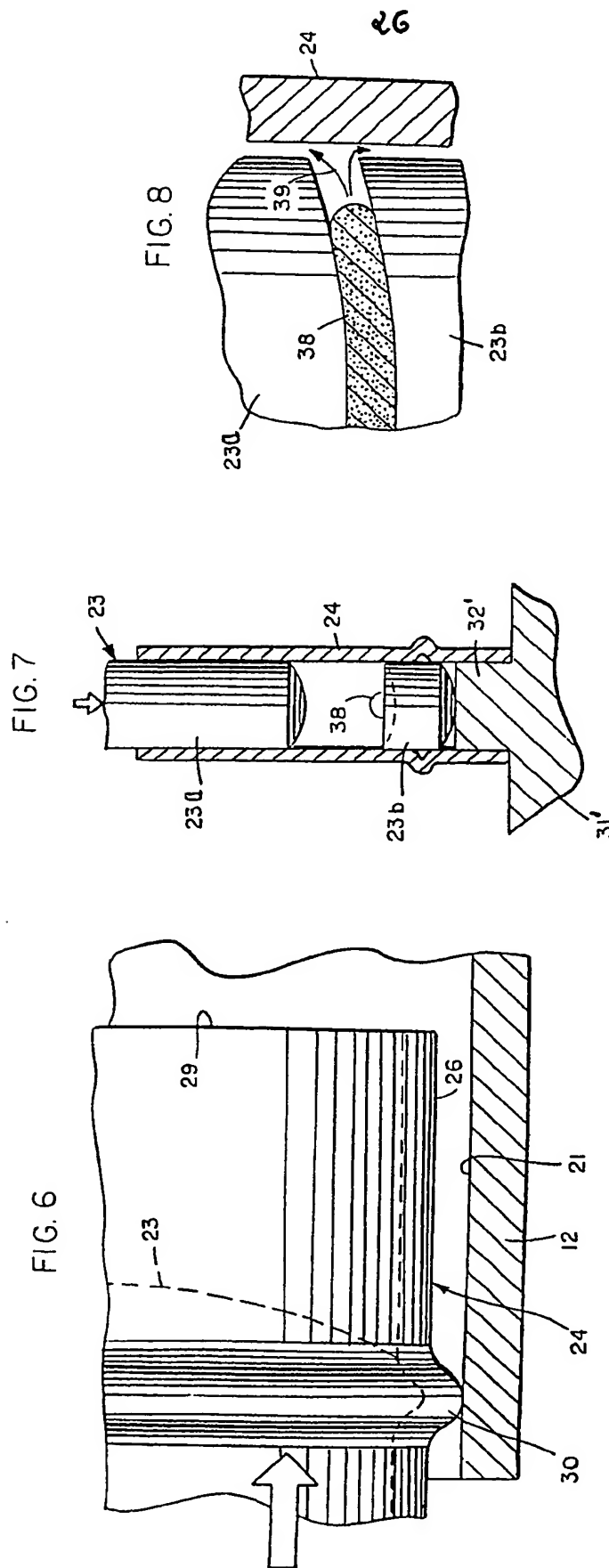


FIG. 5

2814236



809846/0621